

Plastica e One-Health

Pietro Forghieri, Anastasia Cataldo, Adreea Mihaela Butnaru, Maria Grazia Petronio, Paolo Lauriola

SEAN-ROBBINS

Introduzione

Nel corso dei secoli è emersa una maggiore consapevolezza circa la necessità di un approccio olistico orientato alla salute in termini globali dal momento che il benessere umano, animale e ambientale risultano strettamente interconnessi e partecipano a un equilibrio ecologico molto articolato. Il coinvolgimento multidisciplinare di medici, veterinari, esperti ambientalisti, economisti, sociologi e politici per affrontare le problematiche sanitarie permette di valorizzare e integrare le rispettive conoscenze e competenze adottando un modello di pensiero sistemico. Uno dei più grossi insegnamenti che deriva dalla tumultuosa e drammatica esperienza del COVID-19 è la complessità dei fenomeni di salute e dei sistemi sanitari¹. Solo ¹“salute” e “sanitario”: talvolta tali parole sono utilizzate nel gergo comune come sinonimi mentre, benché legate l'una con l'altra, sono due concetti ben distinti con differenze significative. La salute è stata definita come uno “stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non la semplice assenza di malattia” (OMS 1946). Il concetto di sistema sanitario afferisce alla definizione di sanità che può essere riassunta come “l'insieme delle regole e delle risorse umane, strutturali e tecnologiche

maturando la consapevolezza di tale complessità si potrà affrontare il tema dell'incertezza che ne consegue. (1)

Come affrontare la laboriosità dei fenomeni di salute e dei sistemi sanitari?

Negli ultimi 15-20 anni, tre concetti si sono imposti all'attenzione dei ricercatori e dei decisori:

- *One Health*
- *Global Health*
- *Planetary Health*

L'intento precipuo della *One Health* è definito dall'*American Veterinary Medical Association* come sforzo congiunto di più discipline professionali che operano a livello locale, nazionale e globale per il raggiungimento di una salute ottimale delle persone, degli animali e dell'ambiente. Tale sinergismo può condurre a vantaggi significativi per affrontare l'odierna situazione di crisi, comprenderne il meccanismo di insorgenza e diffusione e dare risposte adeguate e tempistiche. (2)

La *Global Health* è invece definita dalla rivista “*The Lancet*” come l'area di dedicate alla tutela della salute. In altre parole il sistema sanitario organizzato e diffuso sul territorio”.

studio, ricerca e pratica che pone una priorità sul miglioramento della salute e sul raggiungimento dell'equità nella salute di tutte le persone nel mondo. La *Global Health* enfatizza così i problemi sanitari, i determinanti di salute e le soluzioni transnazionali; coinvolge molte discipline all'interno e al di fuori delle scienze della salute e promuove la collaborazione interdisciplinare. (3)

Tuttavia, è necessario estendere il concetto di *One Health* e *Global Health* ad una visione “planetaria”, per comprendere le complesse dinamiche di interconnessione tra la salute umana e i sistemi naturali da cui essa dipende. (4)

Il caporedattore di *Lancet Planetary Health*, Raffaella Bosurgi, afferma che “mentre la sanità pubblica si occupa della protezione e della promozione della salute all'interno dei sistemi sanitari e la salute globale esamina come migliorare la salute delle popolazioni di tutto il mondo, la salute planetaria amplia questo impegno osservando le società, le civiltà e gli ecosistemi da cui dipendono. La salute planetaria offre un'entusiasmante opportunità di tro-

Numero monografico

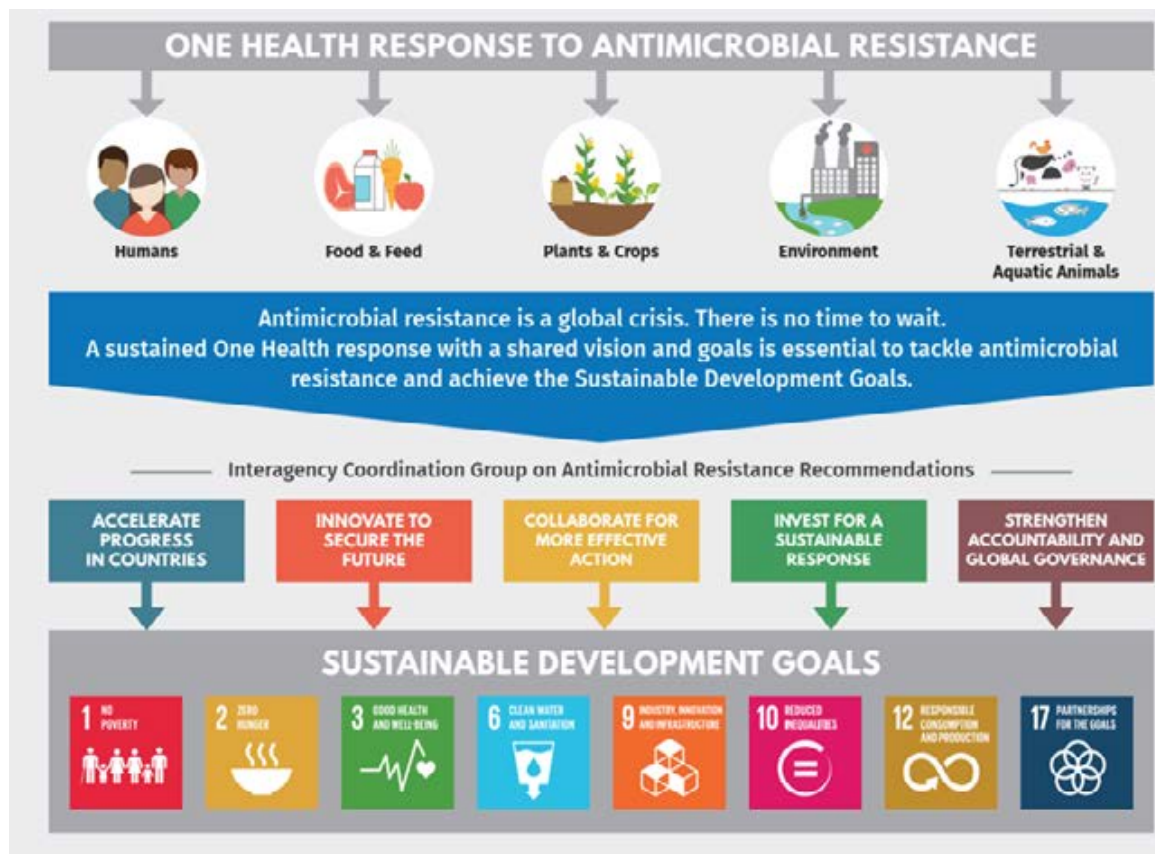


Fig. 1: One Health, IACG recommendations and the Sustainable Development Goals, IACG, 2019 (Fonte: INTERAGENCY COORDINATION GROUP (IACG) ON ANTIMICROBIAL RESISTANCE (2019) No Time To Wait: Securing The Future From Drug-Resistant Infections Report To The Secretary-General Of The United Nations)

vare soluzioni alternative per un futuro migliore e più resiliente e mira non solo a studiare gli effetti dei cambiamenti ambientali sulla salute umana, ma anche a studiare sistemi politici, economici e sociali che regolano tali effetti”. (5) L’Organismo Sussidiario Scientifico, Tecnico e Tecnologico (SBSTTA *Subsidiary Body On Scientific, Technical And Technological Advice*) della Convenzione per la Biodiversità (CBD), il 13 dicembre 2017, in occasione del 21° meeting tenutosi a Montreal, ha approvato la “Guida sull’integrazione delle considerazioni sulla biodiversità in un

approccio di salute”. Nel documento si afferma che “la salute è un concetto dinamico influenzato da una serie di interazioni sociali, biologiche, fisiche, fattori economici e ambientali ed è un indicatore fondamentale dello sviluppo sostenibile”. Tra i più importanti determinanti di salute rientrano lo status sociale e la sicurezza economica, tuttavia sempre maggiore attenzione viene rivolta al ruolo rivestito dai cambiamenti ambientali ed ecosistemici. (6) Un esempio delle drammatiche conseguenze della mancata considerazione del concetto di *One and Planetary He-*

alth è il fenomeno cosiddetto *spillover* (salto di specie), che si verifica quando una popolazione serbatoio ad alta prevalenza di patogeni entra in contatto con una nuova popolazione ospite di una specie differente, e una malattia viene trasmessa dalla popolazione serbatoio e può essere diffusa all’interno della nuova popolazione ospite. (7,8) Si tratta di un fenomeno che ha richiamato l’attenzione della comunità scientifica già in passato e in diverse circostanze, ma che con la pandemia da Sars-COV 2 si è imposto come un tema che deve essere considerato essenziale per preservare

l'equilibrio naturale di quello che viene sempre più spesso chiamato come la "Casa comune". (9)

Un altro esempio paradigmatico dell'importanza dell'Approccio *One Health* in tema di rischi globali è l'antimicrobico-resistenza (AMR). (Fig. 1) Un articolo pubblicato all'inizio del 2022 su *Lancet* dal Gruppo Global Burden of Disease sulla AMR ha stimato il "peso" globale della resistenza agli antibiotici per 23 agenti patogeni e per 88 combinazioni patogeno-farmaco in 204 Paesi e territori nel mondo nel 2019, ponendo l'AMR al terzo posto del GBD, dopo infarto e ictus. Nonostante le differenze tra agenti patogeni, le resistenze sono determinate sia da comportamenti individuali che dall'interazione con la salute degli animali e con l'ambiente, meccanismi che collocano sicuramente l'AMR in un quadro di *One Health*. (10) Si osserva come il dilagare dell'antimicrobico-resistenza sia dovuto, oltre che all'eccessivo uso di antibiotici, anche all'accumulo di residui di batteri antibiotico resistenti nell'ambiente e, tra i fattori ambientali che favoriscono il fenomeno dell'AMR, si annoverano anche le microplastiche. (11)

Impatto ecologico delle Micro/Nano-Plastiche

Con il termine micro e nano-plastiche (MNP) si fa riferimento a prodotti della degradazione di materiale plastico rilasciato nell'ambiente delle dimensioni rispettivamente inferiori a 5 mm per le microplastiche e 1 µm per le nano-plastiche. (12) Le MNP rappresentano una classe di contaminanti altamente diversificata e hanno una composizione complessa che include materiali polimerici e miscele di sostanze chimiche

(monomeri residui, additivi e contaminanti ambientali idrofobici). Poiché le MNP sono distribuite ovunque nell'atmosfera, nella pedosfera, nell'idrosfera e nella biosfera, sono uno degli inquinanti emergenti più importanti del mondo. (13)

Il sistema marino rappresenta il destinatario finale della dispersione di micro e nano-plastiche nell'ambiente. (14) Si stima che negli oceani confluiscano tra 0,8 e 2,5 milioni di tonnellate di microplastiche all'anno; 44.000-300.000 (Europa) e 63.000-430.000 tonnellate (Nord America) di microplastiche vengono diffuse annualmente negli agroecosistemi, e 5 trilioni di particelle di plastica galleggiano nell'oceano, per un peso totale di 270 milioni di tonnellate. (15,16) L'inquinamento plastico costituisce un fattore di stress per l'ecosistema oceanico già sotto pressione a causa dell'attività antropica (ad esempio acidificazione, riscaldamento globale, pesca eccessiva e inquinamento chimico di sostanze come metalli e inquinanti organici persistenti). (17) Gli effetti sulla vita marina e sugli ecosistemi possono verificarsi in diversi modi. È stato segnalato che particelle di plastica di dimensioni superiori a 5 mm (macroplastiche) come gli attrezzi da pesca abbandonati, causano impigliamenti che possono compromettere il movimento, la crescita fino anche la sopravvivenza degli animali; il danno fisico o il blocco del tratto intestinale possono portare a infezioni, fame e potenzialmente decesso. Molta attenzione da parte del mondo della ricerca è attualmente posta agli effetti delle MNP sulla salute degli esseri viventi in quanto esse vengono ingerite da una più ampia gamma di organismi rispetto alle macroplastiche, compresi gli organismi alla base

della catena alimentare (ad esempio fito e zooplancton). Le MNP sembrano infatti capaci di indurre diminuzioni nei tassi di alimentazione e riproduzione dello zooplancton, concentrare gli inquinanti ambientali, modificare la distribuzione, la biotrasformazione e gli effetti di altri contaminanti ambientali, come idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e prodotti farmaceutici, in seguito ad esposizione simultanea. (18-21) È stato segnalato, inoltre, che inducono genotossicità e neurotossicità nei pesci e nelle cozze, promuovono alterazioni del comportamento e causano alterazioni endocrine nei pesci. (22,23) La lenta velocità di dispersione della plastica può consentire alle specie di adattarsi alle mutevoli condizioni ambientali e avere effetti dannosi sulla biodiversità marina. (24)

Approccio One Health nella valutazione dell'impatto sanitario delle MNP

Uno degli aspetti per cui l'inquinamento da plastica rappresenta una minaccia per la salute umana è associato all'interazione delle MNP con le comunità microbiche. È stato infatti dimostrato che una grande quantità di nutrienti aderisce alle superfici di plastica nell'acqua di mare, stimolando la colonizzazione batterica. (25) Zettler, studiando l'interazione delle MNP con i microbi negli ecosistemi acquatici, ha definito con il termine "Plastisfera" la comunità microbica diversificata di eterotrofi, autotrofi, predatori e simbionti collegati ai detriti marini di plastica. (26) La plastica può fornire un habitat unico per i microrganismi, infatti possiede una superficie idrofobica che rappresenta un substrato ideale per i microrganismi che sviluppano dei microfilm. (27) In queste condizioni si creano delle minuscole nicchie



Fig. 2: One-Health Challenges posed by microplastics

Fonte: Prata J C, da Costa JP, Lopes I. et al One Health perspective of the impacts of microplastics on animal, human and environmental health Science of the Total Environment 777 (2021) 146094

ecologiche che proteggono la crescita di microrganismi, agevolando così di oltre 1000 volte lo scambio di porzioni di genoma tramite plasmidi, uno dei meccanismi alla base della AMR. (27,28) L'esistenza di biofilm sulle superfici di plastica può altresì modificarne le proprietà fisico-chimiche, influenzando la migrazione, l'affondamento e l'erosione nell'ambiente delle stesse. (29) Le microplastiche sono inoltre in grado di facilitare lo sviluppo di infezioni anche grazie alla loro capacità di fungere da vettori di trasporto di microrganismi e inquinanti grazie alla loro disperdibilità, che rende possibile l'introduzione di specie non autoctone anche a gran-

de distanza. (30) Data la loro ubiquità, le MNP vengono integrate nella catena alimentare sia dell'ecosistema acquatico che terrestre, provocando molti effetti avversi. Infine, sembrerebbe che esse siano capaci di causare una diminuzione delle difese immunitarie negli esseri viventi, rendendoli più suscettibili a diverse malattie.(10)

Il rialzo delle temperature e gli eventi meteorologici estremi possono instaurare un circolo vizioso che determina un aumento del rilascio di inquinanti chimici e microplastiche nell'ambiente, oltre ad aumentare la domanda stessa di materiale plastico, portando di conseguenza ad un aumento delle emissioni

climalteranti che quindi vanno a potenziare i cambiamenti climatici stessi. (31) Oltre agli impatti ecologici e sanitari, si ritiene che la presenza di micro e nano-plastiche nell'ambiente possa influenzare anche la dimensione sociale ed economica. Le microplastiche possono avere un impatto economico negativo su una serie di industrie e settori, tra cui l'acquacoltura, l'agricoltura, la pesca, i trasporti, l'industria, la produzione di energia, il turismo e le amministrazioni locali. (32) D'altra parte, le stesse attività antropiche rappresentano un fattore di rischio per l'accumulo di rifiuti plastici, soprattutto nelle regioni costiere, dove la produzione di rifiuti

marini attribuibili ad attività ricreative risulta maggiore durante l'alta stagione turistica. (33)

Il tentativo di affrontare il tema della diffusione delle plastiche nell'ambiente tramite la produzione di plastiche biodegradabili non ha dato attualmente risultati soddisfacenti in termini di persistenza nell'ambiente e degradazione sia in acqua di mare che nella sabbia. Difatti, in entrambi gli ambienti, nell'arco di sei mesi di osservazione, né i polimeri tradizionali né quelli biodegradabili hanno mostrato una degradazione significativa. (34)

In considerazione di quanto riportato, gli appelli sul tema della protezione dai danni derivati dalle plastiche sono sempre più numerosi. (31)

Cinque agenzie Europee (ECDC, ECHA, EEA, EFSA, EMA) nel *Cross-agency One Health Task Force Framework For Action 2024-2026* individuano nelle microplastiche un esempio illustrativo di come gli inquinanti emergenti possano non solo contaminare l'ambiente ma anche entrare nella catena trofica, colpendo la salute animale e umana e incidendo sulla sicurezza alimentare. (35) L'azione congiunta tra Istituzioni e professionalità afferenti a diverse discipline consentirà di valutare in maniera approfondita e integrata l'impatto dell'inquinamento da micro e nano-plastiche sulla salute animale, umana ed ecosistemica. Solo in questo modo sarà possibile sviluppare maggiori capacità di valutazione del rischio e promuovere l'individuazione di soluzioni concretamente attuabili. (Fig. 2)

Conclusioni

La gravità e la complessità della tematica trattata evidenziano ancora una volta la necessità di coinvolgere professioni-

sti del settore ambientale e medico, nonché scienziati dei polimeri e di numerose altre discipline, al fine di impiegare, in uno sforzo congiunto, competenze e conoscenze diversificate che consentano di analizzare il problema in modo sistematico e di sviluppare soluzioni innovative, attuabili ed efficaci.

Bibliografia

- 1) Romizi R, Miserotti G, Bortolotti P, Lauriola P. Il ruolo dei medici di famiglia di fronte alle emergenze globali. *Sistema Salute* 2020; 64, 2, 116-125
- 2) Mastrobuono V, Di Benedetto A, Scimonelli L, et al Lauriola P. Pandemics and strategies on Environmental Health issues: One health. *Global Health and Planetary health, Sistema Salute*, 2021, 65, 2, 150-171, DOI: 10.48291/SISA.65.2.2
- 3) Koplan J, Bond C, Merson M et al. Towards a common definition of global health. *Lancet* 2009; 373 (9679): 1993-5
- 4) Whitmee S, Haines A, Beyrer C, Boltz F, Capon AG, de Souza Dias BF, Ezeh A, Frumkin H, Gong P, Head P, Horton R, Mace GM, Marten R, Myers SS, Nishtar S, Osofsky SA, Pattanayak SK, Pongsiri MJ, Romanelli C, Soucat A, Vega J, Yach D. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation-Lancet Commission on planetary health. *Lancet*. 2015 Nov 14;386(10007):1973-2028. doi: 10.1016/S0140-6736(15)60901-1. Epub 2015 Jul 15. Erratum in: *Lancet*. 2015 Nov 14;386(10007):1944. doi: 10.1016/S0140-6736(15)61180-1. PMID: 26188744.
- 5) Bosurgi R. What's the Difference? Planetary Health Explained. GHN 2017. Available online: <https://www.globalhealthknow.org/2017-09/whats-difference-planetary-health-explained>
- 6) WHO-UNEP. Report Of The Subsidiary Body On Scientific, Technical And Technological Advice On Its Twenty-First Meeting, Convention on Biological Diversity Montreal 11-14 December 2017, <https://www.cbd.int/doc/c/f8e7/965d/46d031f4876d00efad08e251/sbstta-21-10-en.pdf>
- 7) Power AG, Mitchell CM, Pathogen Spillover in Disease Epidemics., in *The American Naturalist*, vol. 164, S5, 2004, pp. S79-S89, DOI:10.1086/42461
- 8) Woolhouse M, Scott F, Hudson Z, Human viruses: discovery and emergence, in *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 367, n. 1604, 19 ottobre 2012, pp. 2864-2871, DOI:10.1098/rstb.2011.0354
- 9) Francesco, Laudato si'. Lettera Enciclica sulla cura della casa comune, LEV, Città del Vaticano 2015, pp. 232
- 10) Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *Lancet*. 2022 Feb 12;399(10325):629-655. doi: 10.1016/S0140-6736(21)02724-0. Epub 2022 Jan 19. Erratum in: *Lancet*. 2022 Oct 1;400(10358):1102. doi: 10.1016/S0140-6736(21)02653-2. PMID: 35065702; PMCID: PMC8841637.
- 11) Loiseau C, Sorci G. Can microplastics facilitate the emergence of infectious diseases? *Sci Total Environ*. 2022 Jun 1;823:153694. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.153694. Epub 2022 Feb 8. PMID: 35143788.
- 12) Xiaoyi Zhu, Chuanxuan Wang, Xiaoyu Duan, Boxuan Liang, Elvis Genbo Xu, Zhenlie Huang, Micro- and nanoplastics: A new cardiovascular risk factor?, *Environment International*, Volume 171, 2023, 107662, ISSN 0160-4120, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107662>.
- 13) Haque F, Fan C. Fate of microplastics under the influence of climate change. *iScience*. 2023 Aug 16;26(9):107649. doi: 10.1016/j.isci.2023.107649. PMID: 37670788; PMCID: PMC10475515.
- 14) Oliveira, Miguel & Almeida, Mónica & Miguel, Isabel. (2019). A micro(nano) plastic boomerang tale: A never ending story?. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 112. 10.1016/j.trac.2019.01.005.
- 15) L. Nizzetto, M. Futter, S. Langaas, *Environ. Sci. Technol.* 50 (2016) 10777.
- 16) M. Eriksen, L.C.M. Lebreton, H.S. Carson, M. Thiel, C.J. Moore, J.C. Borrorro, F. Galgani, P.G. Ryan, J. Reisser, *PLoS One* 9 (2014), e11191
- 17) J. Boucher, D. Friot, Gland, IUCN, Switzerland, 2017, p. 43
- 18) K.W. Lee, W.J. Shim, O.Y. Kwon, J.H. Kang, *Environ. Sci. Technol.* 47 (2013).
- 19) C.M. Rochman, E. Hoh, T. Kurobe, S.J. Teh, *Sci. Rep.* 3 (2013).
- 20) M. Oliveira, A. Ribeiro, K. Hylland, L. Guilhermino, *Ecol. Indic.* 34 (2013) 641
- 21) I. Brandts, M. Teles, A.P. Gonçalves, A. Barreto, L. Franco-Martinez, A. Tvarijonaviciute, M.A. Martins, A.M.V.M. Soares, L. Tort, M. Oliveira, *Sci. Total*

Numero monografico

- Environ. 643 (2018) 775.
- 22) L.C. S a, L.G. Luis, L. Guilhermino, Environ. Pollut. 196 (2015)
- 23) C.M. Rochman, T. Kurobe, I. Flores, S.J. Teh, Sci. Total Environ. 493 (2014) 656.
- 24) J. Michels, A. Stippkugel, M. Lenz, K. Wirtz, A. Engel, Proc. Biol. Sci. 285 (2018)
- 25) S. Oberbeckmann, M.G. Loeder, G. Gerdt, A.M. Osborn Spatial and seasonal variation in diversity and structure of microbial biofilms on marine plastics in Northern European waters, FEMS Microbiol. Ecol., 90 (2) (2014), pp. 478-492
- 26) Zettler ER, Mincer TJ, Amaral-Zettler LA. Life in the "plastisphere": microbial communities on plastic marine debris. Environ Sci Technol. 2013 Jul 2;47(13):7137-46. doi: 10.1021/es401288x. Epub 2013 Jun 19. PMID: 23745679
- 27) Arias-Andres, M. (2018). Microplastic pollution increases gene exchange in aquatic ecosystems. Microplastic pollution increases gene exchange in aquatic ecosystems, 253-261.
- 28) Beans C. Are microplastics spreading infectious disease? Proc Natl Acad Sci U S A. 2023 Aug;120(31):e2311253120. doi: 10.1073/pnas.2311253120. Epub 2023 Jul 26. PMID: 37494399; PMCID: PMC10401022.
- 29) D. Lobelle, M. Cunliffe Early microbial biofilm formation on marine plastic debris Mar. Pollut. Bull., 62 (1) (2011), pp. 197-200
- 30) D. Lobelle, M. Cunliffe Early microbial biofilm formation on marine plastic debris Mar. Pollut. Bull., 62 (1) (2011), pp. 197-200
- 31) Wei, XF., Yang, W. & Hedenqvist, M.S. Plastic pollution amplified by a warming climate. Nat Commun 15, 2052 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41467-024-46127-9>
- 32) Chaudhry, Akshay & Sachdeva, Payal. (2021). Microplastics' origin, distribution, and rising hazard to aquatic organisms and human health: Socio-economic insinuations and management solutions. Regional Studies in Marine Science. 48. 102018. 10.1016/j.rsma.2021.102018.
- 33) Grelaud, M., Ziveri, P. The generation of marine litter in Mediterranean island beaches as an effect of tourism and its mitigation. Sci Rep 10, 20326 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77225-5>
- 34) De Monte, C.; Locritani, M.; Merlino, S.; Ricci, L.; Pistolesi, A.; Bronco, S. An In Situ Experiment to Evaluate the Aging and Degradation Phenomena Induced by Marine Environment Conditions on Commercial Plastic Granules. Polymers 2022, 14, 1111. <https://doi.org/10.3390/polym14061111>
- 35) Cross-agency One Health task force framework for action, European Centre for Disease Prevention and Control, <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/cross-agency-one-health.pdf>

Pietro Forghieri
medico specialista in Igiene e Medicina Preventiva,
presidente ISDE Modena
Anastasia Cataldo
medico specializzando in Igiene e Medicina Preventiva,
Università di Torino
Andreea Mihaela Butnaru
medico specializzando in Igiene e Medicina Preventiva,
Università di Torino
Maria Grazia Petronio
medico specialista in Igiene e Medicina preventiva,
vicepresidente ISDE Italia
Paolo Lauriola
medico epidemiologo,
presidente Rete Italiana Medici
Sentinella per l'Ambiente RIMSA